

新たな技術を活用した交通流動把握の取組 ～センサーデータによる可視化技術の向上に向けて～

Efforts to Acquire Traffic Flows Applying New Technology – For Improving Visualization by Sensor Data –

絹田裕一¹ 和泉範之² 廣川和希² 笹 圭樹³ 菅原智子⁴

By Yuichi KINUTA, Noriyuki IZUMI, Kazuki HIROKAWA, Keiju SASA, and Tomoko SUGAHARA

1 はじめに

近年、携帯電話やスマートフォン等の移動体端末や交通系ICカード等の人の移動履歴を取得できるビッグ

表-1 ビッグデータの概要

	データの元情報	対象者	主な分析項目	位置情報単位	計測時間間隔	移動手段	移動目的	個人属性
携帯電話基地局データ	携帯電話が基地局と交信した履歴	各キャリアの携帯電話利用者	OD滞留人口	基地局単位 数百m～数km	1時間	一部推定可能	—	性、年齢
GPSデータ	スマートフォン等のGPSで測位した緯度経度情報	特定のアプリ利用者	OD滞在時間 利用経路	緯度経度単位	数分～	一部推定可能	一部推定可能	性、年齢等把握可能な場合あり
Wi-Fiアクセスポイントデータ	Wi-Fi機能を使用している携帯電話がWi-Fiアクセスポイントと交信した履歴	各Wi-Fiサービスの利用者	OD滞在時間 利用経路	アクセスポイント単位	数秒～	一部推定可能	—	—
交通系ICカードデータ	改札等でICカードリーダーで読み取ったICカード利用履歴	鉄道、バスの乗車時のICカード利用者	駅間OD、バス停間OD	駅・バス停	数秒～	鉄道・バス	—	性、年齢等推定可能な場合あり
カメラの画像検出	カメラで撮影した画像	特定地点を通じた人全て	地点交通量	特定地点	数秒～	歩行者	—	性、年齢等推定可能な場合あり

(出典：総合都市交通体系調査におけるビッグデータ活用の手引き(国土交通省)を加工)



図-1 都市交通施策のニーズ

(出典：スマート・プランニングとは(国土交通省)を加工)

表-2 スマート・プランニングにおける評価指標(例)

評価の視点	評価指標	単位
賑わい	来訪者数	人
	滞在時間	分
	立ち寄り箇所数	箇所
移動の利便性	移動時間	分
健康まちづくり	歩数	歩
	歩行時間	分

(出典：スマート・プランニング実践の手引き(国土交通省))

データ、CCTVカメラ(監視/防犯カメラ等で用いられる閉回路のカメラシステム)、全国あらゆる場所で人の流動データを捕捉できる環境が整備されてきている(表-1)。また、近年の都市交通施策のニーズは、マクロな範囲を対象とした長期的な対策から、短中期的なミクロな施策にまで拡大している(図-1)。

個人単位の行動データをもとに、人の属性毎の行動特性を把握した上で、施設配置や歩行空間等のミクロな都市交通施策を検討する手法をスマート・プランニングと呼び、この計画手法のもとでは、個人単位の行動データとして、スマートフォンやGPSロガーを用いて被験者等から取得したGPSデータや、表-1に示す各種のビッグデータの活用が期待されている。

表-2は、スマート・プランニング実践の手引き【第二版】(平成30年9月 国土交通省)で示されているスマート・プランニングにおける評価の視点、評価指標の一例を示したものである。表-1に示したビッグデータのうち、表-2に示す解像度で人の流動を把握できるデータは、「GPSデータ」、「Wi-Fiアクセスポイントデータ」である。これらのデータのうち、「GPSデータ」は、各評価指標の算定に十分な位置情報を得られる一方で、一般性を有すると判断される水準のサンプル数の確保やGPSの位置情報精度、立体的な都市構造への対応が課題とされている。一方で、「Wi-Fiアクセスポイントデータ」は、各個人が保有するスマートフォン等の移動端末が発信するブローブクエストを捕捉することから、直感的には非常に多くのサンプルのデータが得られると推察できる一方で、取得できたデータを用いて、各評価指標値の算定の可否やその精度については、これまであまり多くの検証がなされてはならず、評価は定まっていない。

本稿では、岐阜県高山市において取得したWi-Fiパケットセンサーのデータを用いて、表-2に示した指標のうち、「来訪者数」、「滞在時間」、「立ち寄り箇所

¹交通・社会経済部門 担当部門長兼グループマネージャー ²交通・社会経済部門 研究員 ³都市地域・環境部門(東北事務所) 研究員 ⁴交通・社会経済部門 情報員

数、「移動時間」を試算し、スマート・プランニングにおけるWi-Fiパケットセンサーの適用性について検証する。

2 使用するデータ

本稿では、2019年5月の連休および2016年10月に岐阜県高山市の中心市街地において取得したWi-Fiパケットセンサーのデータを用いて検討を行う。図-2にデータ取得に用いたWi-Fiパケットセンサーを示す。スマートフォン等のWi-Fi対応のモバイル端末が、周辺にあるアクセスポイントを探すために発信するブローリクエストを検知し、ブローリクエストに含まれるMACアドレス（ネットワーク機器に一意に付与される番号）と受信時刻、電波強度を記録する。機器内でMACアドレスに匿名処理（ハッシュ化）を行った上で、クラウドサーバにデータをアップリンクしている。

取得データの概要を表-3に示す。人の流動を把握するためには、「時間」、「場所」、「ID（個人の特）」の3つの情報が必要となる。Wi-Fiパケットセンサーのデータでは、「場所」は捕捉されたセンサーの位置で代替する。また、「ID（個人の特）」は、モバイル端末のMACアドレスを匿名処理しID化したものであり、厳密には、ユニークID数は、人数ではなくモバイル端末の台数であることに留意する必要があるが、本稿では、ユニークID数を人数と定義する。

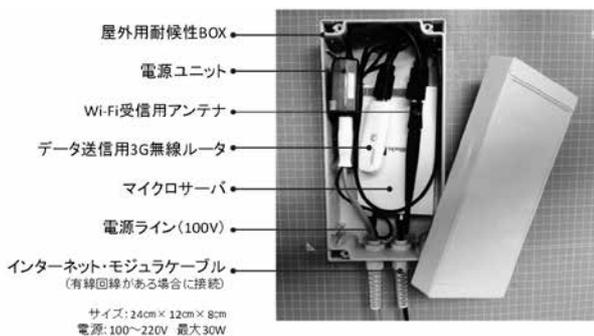


図-2 Wi-Fiパケットセンサー

表-3 取得データの概要

データ取得期間	2019.5.1~5.12、2016.10.29~11.3
設置台数	23台(2019年5月)、13箇所(2016年10月)
設置箇所	岐阜県高山市中心市街地(図-3)
取得データ	匿名化済みMACアドレス 通信日時 電波強度 受信センサ

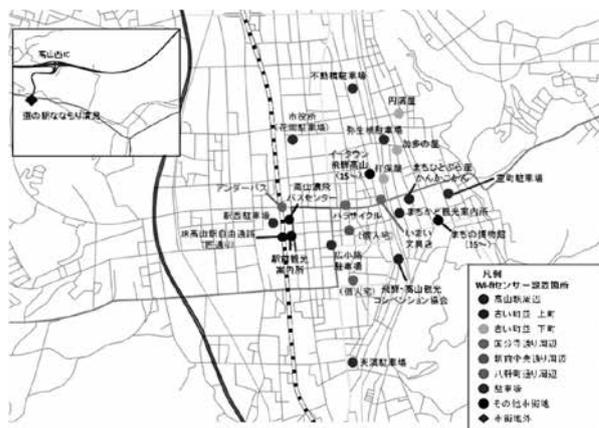


図-3 Wi-Fiパケットセンサー設置箇所(2019年5月)

Wi-Fiパケットセンサーのデータは、表-3に示す通り、「ID（匿名化済みMACアドレス）」、「時刻」、「受信センサ」で構成されており、人の移動は、受信時刻と受信センサの位置として表現される。したがって、ある位置（施設）に設置された受信センサに初めて受信された時刻を到着時刻、最後に受信された時刻を出発時刻とする。

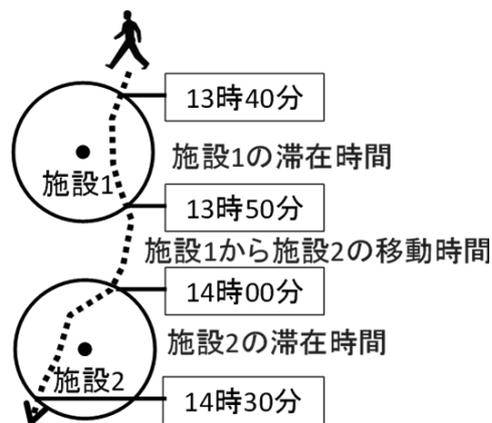


図-4 人の流動の把握方法

3 スマート・プランニングにおける評価指標の試算

(1) 来訪者数

来訪者数を、対象エリアに出現したユニークID数と定義し、2019年5月1日（祝）～5月12日（日）までの来訪者数を図-5に示す。GW連休中の平均来訪者数は、約8.7万人であり、通常の週末の1.9倍、平日の2.4倍であることが確認できる。図-6は上記期間をGW、平日、休日に分類した上で、時間帯別平均来訪者数を示したものである。GW及び平日、休日の

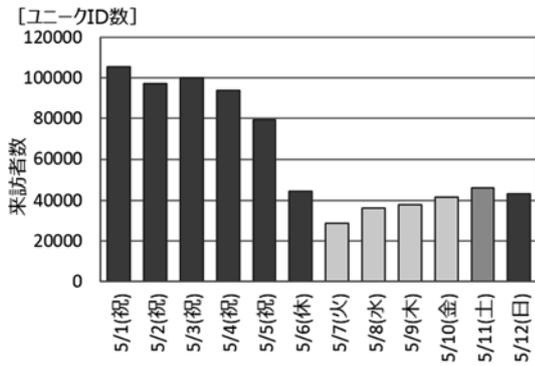


図-5 日別来訪者数

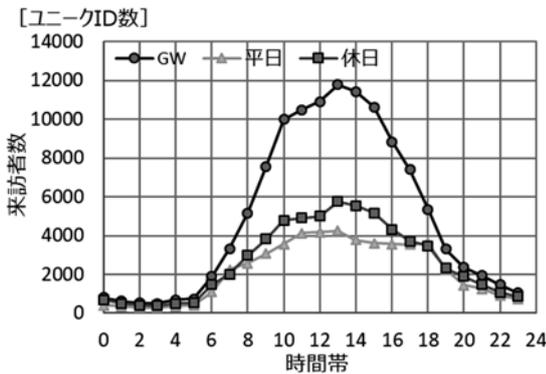


図-6 時間帯別来訪者数

いずれにおいても13時台に最も多くの人出があり、GW期間中には約1.2万人がWi-Fiパケットセンサーによって捕捉されている。

(2) 滞在時間

高山市中心市街地内での滞在時間を把握するためには、市街地中心部への到着時刻と帰宅時の出発時刻を特定する必要がある。本稿では、鉄道駅や駐車場にWi-Fiパケットセンサーを設置し、各個人の一連のデータのうち、最初と最後が鉄道駅で捕捉されているデータや、同一の駐車場であるデータを分析対象として抽出する(図-7)。

図-8は、最初と最後の補足地点が鉄道駅は駐車場である人について、駅や駐車場別の平均滞在時間を示したものである。

滞在時間が最も長いのが、鉄道での来訪者であり、平均滞在時間が4時間強であることが確認できる。また、5月1日の改元記念日のイベントに合わせて開設された匠が丘駐車場は、無料開放されていることから、他の時間貸し駐車場よりも滞在時間が長く、鉄道での来訪者と同様に4時間以上の滞在が確認されている。時間貸し駐車場の中では、朝市の開催箇所に隣接し、

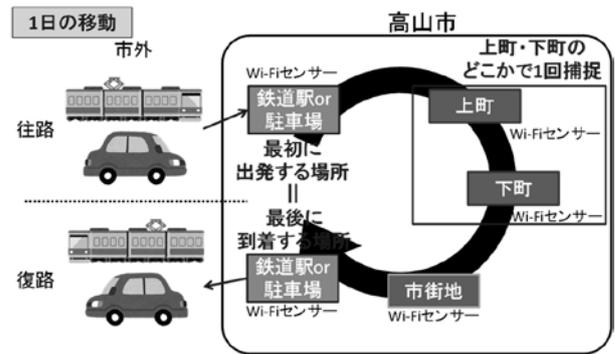


図-7 高山市街地への来訪者の判定方法

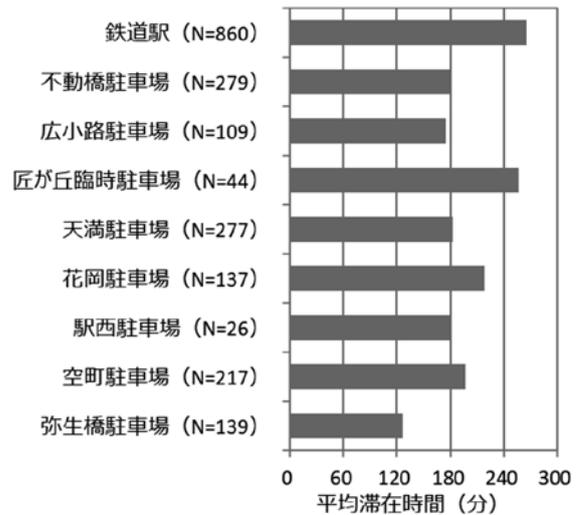


図-8 交通手段別平均滞在時間

買い物客の駐車も多く、最も回転率の高い弥生橋駐車場の利用者の滞在時間が他の時間貸し駐車場の利用者に比べ滞在時間が短いことも確認できる。

(3) 立ち寄り箇所数

高山市街地部の観光地の主要エリアは、上町地区、下町地区、宮川朝市地区に分けられる。これらの地区に設置したセンサーで捕捉することで各地区への立ち寄りを把握することができる。図-9は、(2)で抽出した鉄道か駐車場の利用者を対象に、施設別に立ち寄り者数を示したものである。上町地区の中でも人通りの多い通り沿いに設置したセンサーでは、約1,000人の立ち寄りを観測した。これに対し、宮川朝市地区や下町地区は、上町地区に比べ半数以下の立ち寄り者数に留まっている。また、下町地区の中でも奥まったエリアにまで足を運ぶのは約100人と上町地区の訪問者の約1割であることも確認できる。高山市街地において最も観光客で混雑するのが上町地区であることから、概ね現実を反映した結果となっている。

図-10は、各個人に着目し、高山市街地部への滞在中に訪問する施設数を示したものである。ここでの「訪問」とは、Wi-Fiパケットセンサーで捕捉されることであることから、市街地部を回遊する際に同一のセンサーで繰り返し捕捉される場合には、複数回の「訪問」として検出される。(同一のセンサーで連続して捕捉されている限りは、「滞在」と判定されるが、途中で異なるセンサーでの捕捉が含まれる場合には複数回の「訪問」と判定される。)

鉄道、もしくは駐車場利用者の訪問箇所数は平均4.2箇所であり、分析対象者の約3割が2箇所～4箇所程度の箇所に立ち寄っていることが確認できる。また、訪問箇所の組み合わせに着目すると、上町地区のみに立ち寄る人が分析対象者の半数程度を占めている。古い町並みが残る下町地区ではあるが、上町地区への訪問の前後に下町地区に立ち寄る人は限定的であり、回遊性の向上が課題となっていることも確認できる。

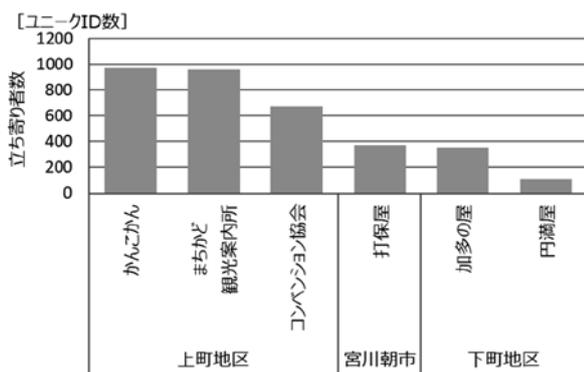


図-9 センサー設置箇所別立ち寄り者数

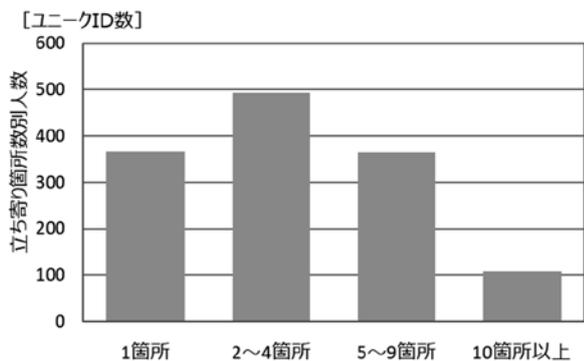


図-10 訪問箇所数別立ち寄り者数

(4) 移動時間

Wi-Fiパケットセンサーデータにおいては、移動時間は、異なるセンサーで捕捉された場合の捕捉時刻の差として表現される。また、2つのセンサー間の移動中

の状態を示す情報は存在しないため、センサー外の箇所に立ち寄っている場合には、非常に長い所要時間が計測されることになる。

図-11は、鉄道や駐車場利用者が、最初に上町地区や下町地区、宮川朝市地区で捕捉されるまでの時間を移動時間として示したものである。鉄道利用者や匠が丘駐車場利用者が、上町地区等の観光エリアで捕捉されるまでの時間が長い傾向にあるが、高山駅から上町、下町などの観光エリアまで距離が離れていることから、鉄道利用者は駅前観光案内所等での情報収集や観光エリアへの経路の途中での立ち寄り等によるものと推察される。また、匠が丘駐車場は郊外の無料臨時駐車場であり、市街地部へはシャトルバスでのアクセスとなることから、シャトルバスの待ち時間や所要時間が大きな割合を占めている。また、最も移動時間の短い弥生橋駐車場、不動橋駐車場、空町駐車場は、観光エリアに隣接しており、現地の感覚的に妥当な結果が得られていると考えられる。

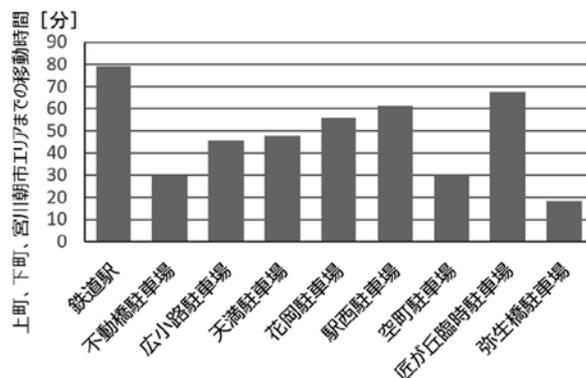


図-11 鉄道・駐車場利用者別の移動時間

4 おわりに

本稿では、Wi-Fiパケットセンサーを用いて、観光都市である岐阜県高山市街地における人の流動の可視化を行った。流動の可視化にあたり、個人単位の行動データの活用が期待されているスマート・プランニングへの適用性の観点から、同手法のインプットデータや評価指標となる項目について試算し、適用性を示した。Wi-Fiパケットセンサーのデータは、多くのサンプルが取得できる一方で、サンプル抽出率を明確にすることが困難なデータでもある。今後、交通量の観測地等との比較検証を行い、拡大係数の算定方法の確立等が求められている。